



## **Technical Language Service**

Translations From And Into Any Language

### **FRENCH / ENGLISH TRANSLATION OF**

**Source: French Patent Application FR 2 780 147 A1**

**Title of the Invention: Air Distillation Plant and  
Corresponding Cold Box**

**Your Reference No.: FR2780147**

**For: Air Products & Chemicals, Inc.  
LawGroup**

**Requester: Robin Weston**

(19) FRENCH REPUBLIC

INSTITUT NATIONAL DE LA  
PROPRIETE INDUSTRIELLE  
(NATIONAL INSTITUTE  
OF INDUSTRIAL PROPERTY)

PARIS

(11) Publication No.:  
(only to be used for ordering duplications)

2 780 147

(21) Domestic Registration Number:

99 08326

(51) International Patent Classification<sup>6</sup>: F 25 J 3/04

(12)

## PATENT APPLICATION

A1

(22) Filing date: 29 June 1999

(30) Priority data:

(43) Date of making available to the public:  
24 December 1999 Gazette 99/51

(56) List of documents cited in the  
preliminary search report: *The  
preliminary search report hadn't been made  
on the date of the publication of the  
application.*

(60) References to other related domestic  
patent documents:  
Division applied for on 29 June 1999  
bearing the filing date of 02 June 1998 of  
the initial application No. 98 01434.

(71) Applicant(s) L'AIR LIQUIDE SOCIETE  
ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION  
DES PROCEDES GEORGES CLAUDE—FR.

(72) Inventor(s): GUILLARD ALAIN, LE BOT  
PATRICK, TSEVERY JEAN MARC, BRACQUE  
GILLES and ROUSSEAU BENOIT

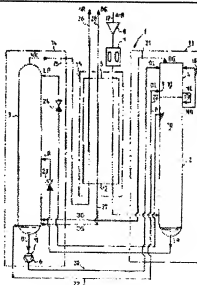
(73) Assignee(s):

(74) Agent(s): CABINET LAVOIX

### (54) AIR DISTILLATION PLANT AND CORRESPONDING COLD BOX.

(57) This plant comprises at least three assemblies (10, 11, 12). The first assembly (10) comprises a medium-pressure column (2). The second assembly comprises a low-pressure column (3). The third assembly (12) comprises a heat-exchange line (5) to cool air that is to be distilled. The plant (1) comprises at least one liquid-rising means (6) for making a liquid flow between one of said columns (3) and the vaporizer-condenser (4). Said three assemblies (10, 11, 12) are arranged one beside the other with their centers forming essentially a triangle or an "L", or a line, when viewed from above. The third assembly (12) is arranged close by said second assembly (11) so as to limit head pressure loss between the heat-exchange line (5) and the low-pressure column (3).

Application for air distillation through columns equipped with structured interior packing.



The present invention relates to an air-distillation plant of the type comprising at least one medium-pressure column, one low-pressure column and one vaporizer-condenser, the medium-pressure column being connected to an air delivery conduit for air that is to be distilled and the vaporizer-condenser, placing the fluids from the head of the medium-pressure column and those from the cistern of the low-pressure column in a heat-exchange relationship.

The invention applies in particular to air-distillation plants with distillation columns fitted with structured packing, for example of the "cross-corrugated" kind.

Such structured packing affords a significant advantage over conventional distillation plates from the point of view of head pressure loss, and consequently allows substantial operating cost savings to be made regarding air-distillation plants.

By contrast, for the same theoretical number of plates, the height of a distillation column with structured packing is markedly greater than that of a plate-type column.

The substantial height of double distillation columns with structured packing, for example of the order of 60 m, presents numerous problems.

Thus constructing them as packages that are pre-assembled at the factory and intended to be transported to the industrial site of the plant may prove to be difficult or even impossible.

Moreover, erecting these double columns on site entails the use of heavy lifting gear and the implementation of special safety measures to safeguard personnel, particularly on account of the heights at which they have to work.

In addition, the ability of these erected double columns surrounded by their thermal-insulation walls to withstand the effects of wind and earthquakes requires the implementation of expensive means.

Lastly, the dimensions of these erected double columns generate problems of non-uniform thermal expansion when exposed to sunlight.

The purpose of the invention is to resolve these problems by, in particular, providing a plant of the aforementioned type, which is easier to construct and less expensive.

To this end, the object of the invention is an air-distillation plant of the aforementioned type, wherein it comprises at least two assemblies arranged side by side, namely a first assembly comprising the medium-pressure column and a second assembly comprising the low-pressure column, and wherein the plant comprises at least one liquid-rising means for making a liquid flow between one of said columns and the vaporizer-condenser.

According to particular embodiments of the invention, the plant may comprise one or more of the following features, taken alone or in any technically feasible combination:

- at least one of said columns is fitted with structured interior packing;
- the medium-pressure and low-pressure columns are each made in a single section;
- the plant comprises a third assembly that comprises a heat-exchange line for cooling the air that is to be distilled and wherein said three assemblies are arranged one beside the other;
- the vaporizer-condenser is arranged with its lower part at approximately the same level as the upper end of the medium-pressure column and the liquid-rising means comprises a means of sending liquid oxygen from the cistern of the low-pressure column to the vaporizer-condenser;
- the vaporizer-condenser belongs to said first assembly and sits on top of the medium-pressure column;
- the vaporizer-condenser sits on top of the heat-exchange line;
- the vaporizer-condenser is arranged at approximately the same level as the cistern of the low-pressure column, and the liquid-rising means comprises a means for sending liquid nitrogen from the vaporizer-condenser to the head of the medium-pressure column;
- the vaporizer-condenser belongs to said second assembly, and the low-pressure column sits on top of the vaporizer-condenser;
- the vaporizer-condenser is arranged under the heat-exchange line;
- the vaporizer-condenser belongs to said third assembly, and the third assembly is surrounded by a thermal-insulation wall that is common at least to the vaporizer-condenser and to the heat-exchange line;
- the heat-exchange line and the vaporizer-condenser are surrounded by separate thermal-insulation walls;
- the vaporizer-condenser is a vaporizer-condenser of the liquid-oxygen trickling type;
- said third assembly is arranged close to said second assembly so as to limit the head pressure loss between the heat-exchange line and the low-pressure column, in the pipes which connect them;
- the centers of said first assembly, second assembly and third assembly essentially form a triangle' an "L", or a line, when viewed from above;
- each of said assemblies is surrounded by an individual thermal-insulation wall so that each forms an individual cold box;

- at least two of said assemblies are surrounded by a common thermal-insulation wall and the last assembly is surrounded by an individual thermal-insulation wall, so as to form two cold boxes;

- the first assembly and the second assembly are surrounded by a common thermal-insulation wall;

- the three assemblies are surrounded by a common thermal-insulation wall so as to form a single cold box;

- the plant also comprises a fourth assembly that comprises an argon-production column, and this fourth assembly is arranged beside the other assemblies, particularly close to said second assembly so as to limit the head pressure loss, between said argon-production column and the low-pressure column, in the pipes which connect them;

- the fourth assembly is surrounded by an individual thermal-insulation wall so as to form an individual cold box;

- the argon-production column is made in at least two sections both surrounded by said individual thermal-insulation wall;

- the argon-production column is formed in at least two sections arranged side by side and each surrounded by an individual thermal-insulation wall so as to form as many individual cold boxes;

- the plant further comprises a fifth assembly that comprises a mixing column for mixing a gas and a liquid, and this fifth assembly is arranged beside the other assemblies, particularly close to said third assembly, so as to limit the head pressure loss, between the mixing column and the heat-exchange line, in the pipes which connect them;

- the fifth assembly is surrounded by an individual thermal-insulation wall so as to form an individual cold box;

- each of the said assemblies has a height less than or equal to approximately 30 m; and

- the plant comprises at least two assemblies connected by piping at a pressure close to the low pressure, and these assemblies are arranged close to each other so as to limit the head pressure loss in this/these pipe(s).

A final object of the invention is a cold box comprising at least one structure for confining a cryogenic fluid and at least one thermal-insulation wall surrounding this structure, wherein the cold box is a cold box intended for the construction of a plant.

According to particular embodiments of the invention, the cold box may comprise one or both of the following features:

- it has a height less than or equal to approximately 30 m; and
- it is built at a factory and is intended to be transported to an air-distillation plant construction site.

The invention will be better understood from reading the description which follows, given merely by way of example and made with reference to the appended drawings, in which:

- FIG. 1 is a diagrammatic view of a first embodiment of an air-distillation plant according to the invention,

- FIG. 2A is a diagrammatic view from above the plant of FIG. 1,

- FIGS. 2B thru 2E are views similar to FIG. 2A, illustrating alternative forms of the plant of FIG. 1,

- FIG. 3 is a view similar to FIG. 1, illustrating a second embodiment of an air-distillation plant according to the invention,

- FIG. 4A is a diagrammatic view from above the plant of FIG. 3,

- FIGS. 4B and 4C are views similar to FIG. 4A, illustrating alternative forms of the plant of FIG. 3,

- FIG. 4D is a diagrammatic view in elevation of the plant of FIG. 4C,

- FIG. 5A thru 5C are views similar to FIG. 2A, illustrating alternative forms of a third embodiment of an air-distillation plant according to the invention,

- FIGS. 6A thru 6C and 7 are views similar to FIG. 2A, respectively illustrating three alternative forms of a fourth embodiment and a fifth embodiment of an air-distillation plant according to the invention, and

- FIGS. 8 and 9 are views similar to FIG. 4D, respectively illustrating a sixth and a seventh embodiment of an air-distillation plant according to the invention.

- FIG. 1 depicts an air-distillation plant 1 essentially comprising a medium-pressure column 2, a low-pressure column 3, a vaporizer-condenser 4, a main heat-exchange line 5, a pump 6, an apparatus for purifying air by adsorption 7 and a main air compressor 8.

The columns 2 and 3 have structured packing, for example of the "cross-corrugated" kind, and are each made in a single section. An example of such packing is described in document U.S. Pat. No. 5,262,095.

The vaporizer-condenser 4, which places the fluids from the head of the column 2 and from the cistern of the column 3 in a heat-exchange relationship, as described below, is of the liquid-oxygen trickling kind.

This vaporizer-condenser 4 conventionally comprises a heat exchanger made from a set of parallel plates between which passages of overall planar shape are delimited containing spacer-corrugations, the generators of which are vertical over most of the height of the passages.

Some of the passages of this exchanger are dedicated to the circulating of gaseous nitrogen from the head of the medium-pressure column 2. As it crosses through the passages, this gaseous nitrogen condenses. The other passages are dedicated to the trickling of liquid oxygen from the cistern of the low-pressure column 3, so as to cause this liquid oxygen to vaporize by indirect exchange of heat with the gaseous nitrogen from the head of the medium-pressure column 2 which is condensing. The trickling of the liquid oxygen is such that an excess of liquid-oxygen is obtained at a lower outlet 9 from the vaporizer-condenser 4.

The main heat-exchange line 5, depicted very diagrammatically, conventionally comprises a number of heat exchangers arranged in series and/or in parallel.

The plant 1 comprises three assemblies arranged side by side (FIG. 2A), namely a first assembly 10 comprising the medium-pressure column 2 and the vaporizer-condenser 4 which sits on top of the latter, a second assembly 11 comprising the low-pressure column 3 and the pump 6, and a third assembly 12 comprising the main heat-exchange line 5.

These three assemblies 10, 11 and 12 are each surrounded by an individual thermal-insulation wall 13, 14, 15, and thus form three separate cold boxes, each delimited by one of the walls 13, 14, 15 and bearing the same numerical reference.

The third assembly 12 is arranged between the two first assemblies 10 and 11. The centers of the three assemblies 10, 11 and 12, identified by crosses in FIG. 2A, essentially form a line.

In operation, gaseous air brought in by a conduit 17 is compressed to a medium-pressure by the compressor 8, then purified of water and of CO<sub>2</sub> by adsorption as it passes through apparatus 7. This purified air is then cooled down as it passes through the heat-exchange line 5 and then is introduced, close to its dew point, into the cistern of the medium-pressure column 2.

A conduit 18 enables gaseous nitrogen to be conveyed from the head of the medium-pressure column 2 to an upper inlet of the vaporizer-condenser 4. A conduit 19 enables the

condensed nitrogen to be returned from a lower outlet of the vaporizer-condenser 4 to the head of the medium-pressure column 2. The liquid oxygen that is to be vaporized is drawn off from the cistern of the low-pressure column 3 and is conveyed to an upper inlet of the vaporizer-condenser 4 by a conduit 20 equipped with the pump 6. Most of the pumped oxygen is vaporized then returned, by a conduit 21, to the cistern of the low-pressure column 3.

The liquid oxygen that is in excess after trickling is returned, by a conduit 22 connected to the outlet 9, to the cistern of the low-pressure column 3.

"Rich Liquid" LR (air enriched with oxygen) is sent from the cistern of the medium-pressure column 2, after its pressure has been reduced in a pressure-reducing valve 23, to an intermediate level of the low-pressure column 3.

"Lean Liquid" LP (virtually pure nitrogen) is sent from the head of the medium-pressure column 2, and after its pressure has been reduced in a pressure-reducing valve 24, to the head of the low-pressure column 3.

Impure or "residual" nitrogen NR tapped off from the top of the low-pressure column 3 via a conduit 25, is heated in the heat-exchange line 5 by countercurrent indirect heat exchange with the air that is to be distilled passing through the line 5. This NR gas is removed via a conduit 26, possibly after having regenerated one of the two adsorbers of the apparatus 7.

Gaseous Oxygen OG, drawn off from the cistern of the low-pressure column 3 via a conduit 27, is heated as it passes through the heat-exchange line 5, by countercurrent indirect heat exchange with the air that is to be distilled flowing along this line 5, then distributed by a production conduit 28.

The Plant 1 is more economical and easier to construct than the plants of the prior art discussed at the beginning of the description.

This is because the three cold boxes 13, 14 and 15, which are less than 30 m tall, each have vertical and horizontal dimensions that are smaller than a cold box comprising columns 2 and 3 and the vaporizer-condenser 4 one above the other, that is to say arranged as conventional double column, together with the exchange line 5.

Thus, each of these cold boxes 13 thru 15 can be prefabricated at the factory then transported onto the site where the number of operations to be performed to complete the construction of the plant 1 is minimized.



Moreover, their reduced dimensions enable the use of smaller lifting gear to install them on-site and also enable a reduction of the measures to be implemented for ensuring personnel safety during erection and ensuring that the cold boxes installed on-site will be able to withstand wind, earthquakes and radiation from the sun.

Lastly, the chosen arrangement, with the second assembly 11 close to the third assembly 12, makes it possible to limit the head pressure loss in the low-pressure conduits 25 and 27 connecting the column 3 to the line 5, and thus limiting the needs for compression and therefore optimizing the operating costs of the plant 1.

As illustrated by FIGS. 2B thru 2E, other relative arrangements of the assemblies 10, 11 and 12 displaying the same advantages as the arrangement of FIG. 2A, are possible, depending on the space available on the production site.

Thus, in FIG. 2B, the three assemblies 10, 11 and 12 are arranged in such a way that their centers essentially form a line, assembly 11 being arranged between the assemblies 10 and 12.

In FIGS. 2C and 2D, the assemblies 10, 11 and 12 are arranged in such a way that their centers essentially form an "L". Assembly 12 is arranged between the assemblies 10 and 11 in FIG. 2C, and the assembly 11 is arranged between the assemblies 10 and 12 in FIG. 2D.

In FIG. 2E, the assemblies 10, 11 and 12 are arranged in such a way that their centers essentially form an equilateral triangle.

FIG. 3 illustrates a second embodiment of an air-distillation plant 1 according to the invention, which can be differentiated from the one in FIG. 1 as follows.

The vaporizer-condenser 4 then belongs to the third assembly 12 and is arranged above the heat-exchange line 5. The lower part of the vaporizer-condenser 4 is arranged at approximately the same level as the upper end (at the top in FIG. 3) of the medium-pressure column 2.

Furthermore, a common thermal-insulation wall 30 surrounds the second assembly 11 and the third assembly 12, forming a first cold box delimited by the wall 30 and bearing the same numerical reference. Thus, the plant 1 comprises two cold boxes 13 and 30 and makes it possible to make savings as far as the thermal-insulation walls are concerned.

Good thermal insulation is assured between the warm end of the heat-exchange line 5 and the lower part of the vaporizer-condenser 4, by means, for example, of the presence of air and/or perlite between these items.

As depicted in FIG. 4A, the assemblies 10, 11 and 12 are arranged with their centers essentially forming a line, in the same order as in FIG. 2A, the vaporizer-condenser 4 not being depicted in this figure for the purpose of greater clarity.

Just as was the case with plant 1 of FIGS. 1 thru 2E, other relative arrangements of the assemblies 10, 11 and 12 are possible, as illustrated, by way of example, by FIG. 4B, where the centers of the assemblies 10, 11 and 12 essentially form an "L".

In another alternative form illustrated by FIGS. 4C and 4D, the first assembly 10 and second assembly 11 are surrounded by a common thermal-insulation wall 31 to form a single cold box bearing the same numerical reference.

The vaporizer-condenser 4, not depicted in FIG. 4C for the purpose of greater clarity, is arranged in a way similar to the preceding cases, above the heat-exchange line 5, but does not form part of the third assembly 12.

The third assembly 12, comprising the heat-exchange line 5, is surrounded by an individual thermal-insulation wall 15 to form an individual cold box bearing the same numerical reference. The vaporizer-condenser 4 is surrounded by an individual thermal-insulation wall 15' to form an individual cold box bearing the same numerical reference and which is integral with cold box 15. The three assemblies 10, 11 and 12 are arranged in such a way that their centers form a line, the second assembly 11 being arranged close to the third assembly 12 and between the assemblies 10 and 12.

This alternative form makes it possible to produce separately, a set of cold boxes 15 and 15' comprising all the heat exchangers and a cold box 31 comprising the columns 2 and 3.

FIGS. 5A thru 5C illustrate a third embodiment of an air-distillation plant 1 according to the invention, which can be differentiated from the one in FIG. 1 as follows. The assemblies 10, 11 and 12 are surrounded by a common thermal-insulation wall 32 so as to form a single cold box delimited by the wall 32 and bearing the same numerical reference. Just as in the case of the plant 1 of FIGS. 1 thru 2E, the relative arrangements of the assemblies 10, 11 and 12 can vary. Thus, as depicted by way of example in FIGS. 5A thru 5C, these assemblies 10, 11 and 12 may be arranged in such a way that their centers essentially form an "L", an equilateral triangle or a line.

Of course, the plant may comprise other items of equipment which may or may not be incorporated into the cold box or boxes formed, such as, for example, distillation columns made

in one or more sections and participating, for example, in the production of argon, storage reservoirs or a mixing column for mixing a gas and a liquid, an external vaporizer-condenser, a so-called "Etienne" column described, for example, in U.S. Pat. No. 2,699,046, a column for the production of virtually pure argon by distillation, etc.

Thus, FIG. 6A diagrammatically illustrates an air-distillation plant 1 similar to the one in FIG. 2E and further comprising a fourth assembly 33 essentially comprising a column 34 for the production of impure argon.

The fourth assembly 33 is surrounded by an individual thermal-insulation wall 35 to form an individual cold box bearing the same reference and being less than 30 m tall.

The fourth assembly 33 is arranged close to the second assembly 11 so as to limit the head pressure loss between the conduits (not depicted) which, in the conventional way, connect column 34 to the low-pressure column 3.

FIG. 6B illustrates an alternative form of the plant 1 of FIG. 6A, which can be differentiated from the latter in that the column 34 is made in two sections arranged side by side, namely a first section 36 supplied with a ternary mixture ( $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$  and  $\text{O}_2$ ) originating from the low-pressure column 3, and a second section 37, the cistern of which is connected to the head of the first section 36. Such a two-section embodiment is described in European pat. No. EP-A-628,277.

The sections 36 and 37 are each surrounded by an individual thermal-insulation wall 38, 39 to form two individual cold boxes bearing the same numerical references and being less than 30 m tall.

The cold boxes 13, 14, 38 and 39 are arranged in such a way that their centers essentially form a square shape, with the cold box 38 arranged close to the cold box 14. Thus, head pressure loss is limited in the conduits connecting the low-pressure column 3 to the first section 36 of the column 34.

FIG. 6C illustrates another alternative form of the plant 1 of FIG. 6A, which can be differentiated from the one in FIG. 6B in that the two sections 36 and 37 of the argon-production column 34 are surrounded by a common thermal-insulation wall 35, so as to form a cold box bearing the same numerical reference and being less than 30 m tall.

FIG. 7 illustrates a fifth embodiment of an air-distillation plant 1 according to the invention, which can be differentiated from the one in FIG. 6A in that it comprises a fifth assembly 41 which comprises a mixing column 42 for mixing a liquid and a gas.

A mixing column is a cryogenic structure for the containment of fluid for mixing a gas and a liquid, for example gaseous air and liquid oxygen under medium-pressure, as described in the French pat. No. FR-B-2,143,986 in the name of the Assignee.

The centers of the assemblies 10, 11, 41 and 12 essentially form a diamond shape.

The fifth assembly 41 is arranged beside all the assemblies 10, 11, 12 and 33 and close to the third assembly 12.

The head pressure loss is thus limited in the conduits which, in the conventional way, functionally connect the heat-exchange line 5 and the mixing column 41 for producing impure oxygen.

Of course, other relative arrangements of the assemblies in these fourth and fifth embodiments that also limit the head pressure loss, particularly in the low-pressure conduits, are possible, for example based on the configurations illustrated in FIGS. 2A thru 2E, 4A thru 4C and 5A thru 5C.

FIG. 8 diagrammatically illustrates a sixth embodiment of an air-distillation plant 1 that can be differentiated from the one in FIG. 3 as follows.

The vaporizer-condenser 4 is a bath-type vaporizer-condenser arranged under the heat-exchange line 5, at approximately the same level as the cistern of the low-pressure column 3.

The transfer of liquid oxygen from the cistern of the low-pressure column 3 to the vaporizer-condenser 4 takes place hydrostatically, without the need for a pump in the conduit 20.

By contrast, there is a pump 45 in the conduit 19, intended for raising the liquid nitrogen from the lower part of the vaporizer-condenser 4 to the head of the medium-pressure column 2.

FIG. 9 diagrammatically illustrates a seventh embodiment of an air-distillation plant 1 which can be differentiated from the one in FIG. 8 as follows.

The vaporizer-condenser 4 belongs to the second assembly 11 and the low-pressure column 2 sits on top of the vaporizer-condenser 4.

In all the embodiments described above, the medium-pressures are higher than the low pressures.

Thus, the operating pressures of the medium-pressure 2 and low-pressure 3 columns may typically be between approximately 5 and 7 bar and between approximately 1 and 2 bar, respectively. However, they could just as well be outside of these ranges and be equal to approximately 15 and approximately 5 bars, respectively.

## CLAIMS

1. An air distillation plant (1) of the type comprising a first assembly comprising at least one medium-pressure column (2), one low-pressure column (3) and at least one vaporizer-condenser (4), the medium-pressure column (2) being connected to at least one air delivery conduit (17) for air that is to be distilled and the vaporizer-condenser (4) placing the fluids from the head of the medium-pressure column (2) and those from the cistern of the low-pressure column (3) in a heat-exchange relationship, and at least two assemblies (10, 11) arranged side by side, namely a first assembly (10) comprising the medium-pressure column (2) and a second assembly (11) comprising the low-pressure column (3), a plant (1) comprising at least one liquid-rising means (6; 45) for making a liquid flow between one of the said columns (3; 2) and the vaporizer-condenser (4), and a third assembly (12) that comprises a heat-exchange line (5) to cool the air that is to be distilled, said three assemblies (10, 11, 12) being arranged side by side, where said third assembly (12) is arranged close by said second assembly (11) so as to limit head pressure loss between the heat-exchange line (5) and the low-pressure column (3) in the pipes (25, 27) which connect them, and the centers of said first assembly (10), second assembly (11) and third (12) assembly form essentially a triangle, an "L", or a line, when viewed from above.

2. A plant according to claim 1, wherein at least one of the said columns (2, 3) is fitted with structured interior packing.

3. A plant according to claim 1 or 2, wherein the medium-pressure column (2) and the low-pressure column (3) are each made in a single section.

4. A plant according to any of the claims 1 thru 3, wherein the vaporizer-condenser (4) is arranged with its lower part approximately at the same level as the upper end of the medium-pressure column (2) and wherein the liquid-rising means comprises a means (6) of sending liquid oxygen from the cistern of the low-pressure column (3) to the vaporizer-condenser (4).

5. A plant according to claim 4, wherein the vaporizer-condenser (4) belongs to said first assembly (10) and sits on top of the medium-pressure column (2).

6. A plant according to claim 4, wherein the vaporizer-condenser sits on top of the heat-exchange line (5).

7. A plant according to any of the claims 1 thru 3, wherein the vaporizer-condenser (4) is arranged approximately at the same level as the cistern of the low-pressure column (3) and

wherein the liquid-rising means comprises a means (45) of sending liquid nitrogen from the vaporizer-condenser (4) to the head of the medium-pressure column (2).

8. A plant according to claim 7, wherein the vaporizer-condenser (4) belongs to said second assembly (11) and wherein the low-pressure column (3) sits on top of the vaporizer-condenser (4).

9. A plant according to claim 7, wherein the vaporizer-condenser (4) is arranged beneath the heat-exchange line (5).

10. A plant according to any one of claims 4, 6, 7 and 9, wherein the vaporizer-condenser (4) belongs to said third assembly (12), wherein the third assembly (12) is surrounded by a thermal insulation wall (30) common to at least the vaporizer-condenser (4) and to the heat-exchange line (5).

11. A plant according to any one of claims 4, 6, 7 and 9, wherein the heat-exchange line (5) and the vaporizer-condenser (4) are surrounded by separate thermal insulation walls (15, 15').

12. A plant according to any one of claims 1 thru 11, wherein the vaporizer-condenser (4) is a vaporizer-condenser of the oxygen-trickling type.

13. A plant according to any one of claims 1 thru 12, wherein each of the said assemblies (10, 11, 12) is surrounded by an individual thermal insulation wall (13, 14, 15) so that each forms an individual cold box.

14. A plant according to any one of claims 1 thru 12, wherein at least two (11, 12; 10, 11) of the said assemblies (10, 11, 12) are surrounded by a common thermal insulation wall (30; 31) and the last assembly (10; 12) is surrounded by an individual thermal insulation wall (13) so as to form two cold boxes.

15. A plant according to claim 14, wherein the first assembly (10) and the second assembly (11) are surrounded by a common thermal insulation wall (31).

16. A plant according to any one of claims 1 thru 12, wherein the three assemblies (10, 11, 12) are surrounded by common thermal insulation wall (32) so as to form one single cold box.

17. A plant according to any one of claims 1 thru 16, wherein it also comprises a fourth assembly (33) that comprises an argon-production column (34) and wherein this fourth assembly (33) is arranged beside the other assemblies (10, 11, 12), particularly close to said second

assembly (11) so as to limit the head pressure loss between said argon-production column (34) and the low-pressure column (3), in the pipes which connect them.

18. A plant according to claim 17, wherein the fourth assembly is surrounded by an individual thermal insulation wall (35) so as to form an individual cold box (35).

19. A plant according to claim 17, wherein the argon-production column (34) is made in at least two sections (36, 37) both surrounded by said individual thermal-insulation wall (35).

20. A plant according to claim 17, wherein the argon-production column (34) is made in at least two sections (36, 37) arranged side by side and each one surrounded by an individual thermal-insulation wall (38, 39) so as to form as many individual cold boxes.

21. A plant according to any one of claims 1 thru 20, wherein it further comprises a fifth assembly (41) that comprises a mixing column (42) for mixing a gas and a liquid, and wherein this fifth assembly (41) is arranged beside the other assemblies (10, 11; 12, 33), particularly close to said third assembly (12), so as to limit the head pressure loss between the mixing column (42) and the heat-exchange line (5), in the pipes which connect them.

22. A plant according to claim 21, wherein the fifth assembly (41) is surrounded by an individual thermal insulation wall (43) so as to form an individual cold box (43).

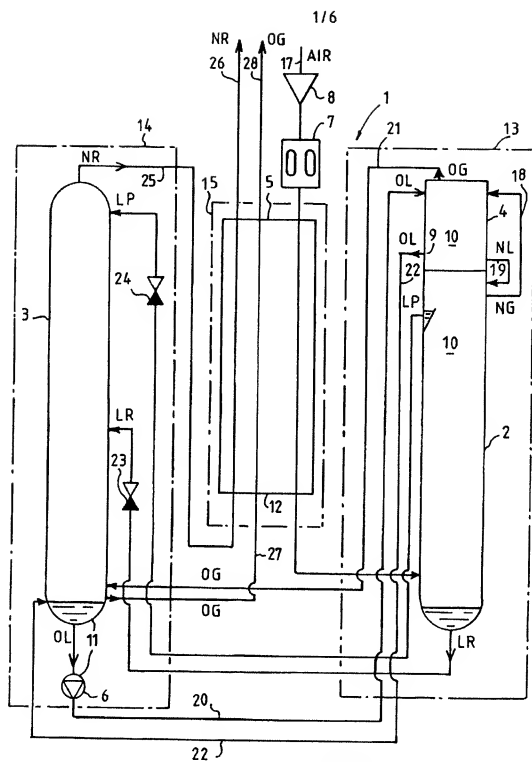
23. A plant according to any one of claims 1 thru 22, wherein each of the said assemblies (10, 11, 12, 33, 41) has a height less than or equal to approximately 30 m.

24. A plant according to any one of claims 1 thru 23, comprising at least two assemblies (11, 12, 33) connected by at least one pipe at a pressure close to the low pressure, wherein these assemblies are arranged close to each other so as to limit the head pressure loss in this/these pipe(s).

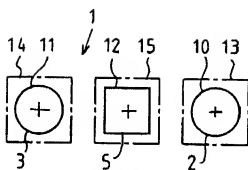
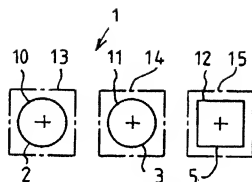
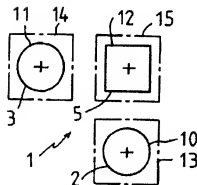
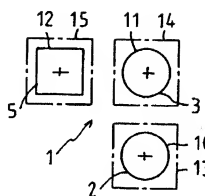
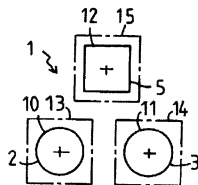
25. A cold box (13 thru 15, 30 thru 32, 35, 38, 39, 43) comprising at least one confining structure (2 thru 5, 34, 36, 37, 42) for confining a cryogenic fluid and at least one thermal-insulation wall surrounding this structure, wherein the cold box is a cold box intended for the construction of a plant according to any one of claims 13 thru 16, 18 thru 20 and 22.

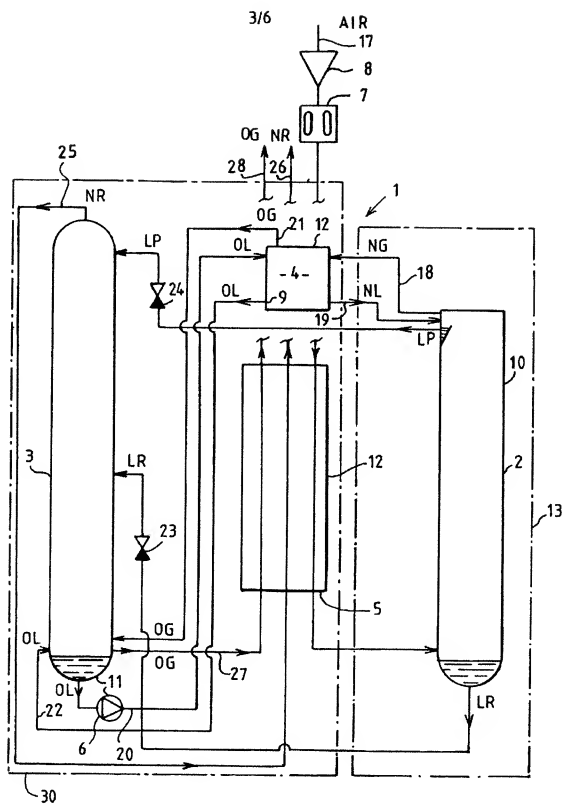
26. A cold box according to claim 25, wherein it is built at a factory and is intended to be transported to an air-distillation plant construction site.



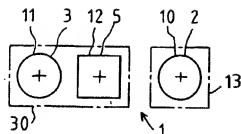
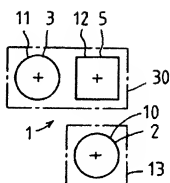
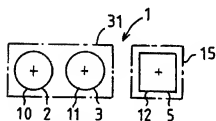
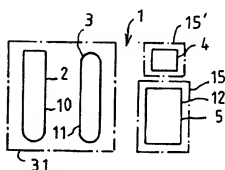
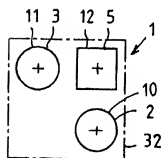
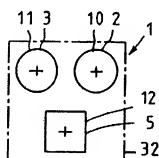
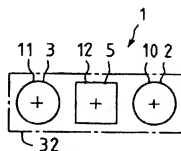


**FIG.1**

**FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 2C****FIG. 2D****FIG. 2E**



**FIG. 3**

**FIG. 4A****FIG. 4B****FIG. 4C****FIG. 4D****FIG. 5A****FIG. 5B****FIG. 5C**

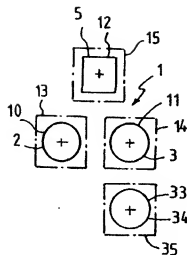


FIG. 6A

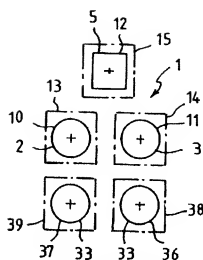


FIG. 6B

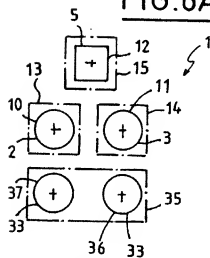


FIG. 6C

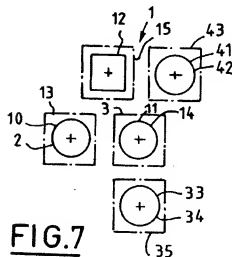


FIG. 7

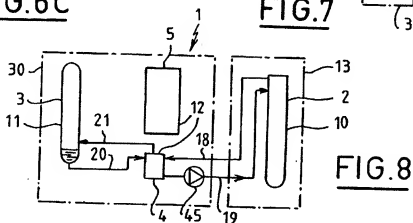
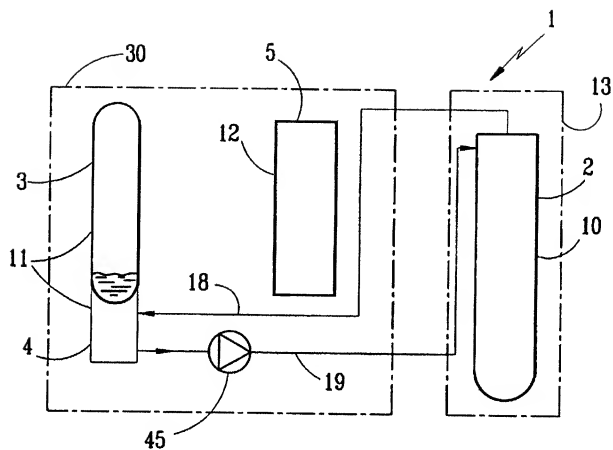


FIG. 8

**FIG.9**

# **FRENCH REPUBLIC**

**INSTITUT NATIONAL**  
de la  
**PROPRIETE INDUSTRIELLE**  
(NATIONAL INSTITUTE of  
INDUSTRIAL PROPERTY)

**PRELIMINARY SEARCH REPORT**  
based on the latest claims filed prior to the  
start of the search

2780147  
Domestic  
registration No.

**99 08326**

<b>Documents considered as relative</b>			
Category	Quotation from document with indication, if needed, of the relevant parts	Claims concerning the examined application	Technical domains searched (International Patent Classification <sup>6</sup> )
X	US 4 957 523 A (ZARATE ROBERT A ET AL) 18 September 1990 * Column 6, Line 61 – Line 67 * * Column 7, Line 31 – Line 37 * * Column 11, Line 1 – Line 16 *	1,2,4,12 16,25	F 25 J
X	JP 05 187764 A (KOBE STEEL LTD) 27 July 1993 * Column 4, Paragraph 18 : Figures *	1,2,4,5,7,8 17,25	
A		14,15	
X	US 4 006 001 A (SCHONPFLUG EUGEN) 1 February 1977 * the entire document	1,2,4,5	
A		7-10	
X	GB 687 008 A (GESELLSCHAFT FUR LINDE EISMACHINEN A.G.) * Page 1, Line 14 – Line 34 ; Claims ; Figures * * Page 1, Line 63 – Line 66 * * Page 2, Line 16 – Line 18 *	1,2,4,5	
A	US 5 408 831 A (GUILLARD ALAIN ET AL) 25 April 1995 * Column 3, Line 14 – Line 28 *	1,14,15,25	
Date : 28 September 1999		Examiner : VERLAQUE M.C.	
<b>CATEGORY OF DOCUMENTS CITED</b> X: particularly relevant when taken alone Y: particularly relevant when combined with another documents of the same category A: relevant against at least one claim or general technological background O: non-written disclosure P: intermediary document		T: theory or principle underlying the invention E: document bearing a date earlier than the filing date but published on that date or at later date D: cited in the application L: cited for other reasons ..... &: member of the same family, corresponding document	

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.06.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.12.99 Bulletin 99/51.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés : Division demandée le 29/06/99 bénéficiant de la date de dépôt du 06/02/98 de la demande initiale n° 96 01434.

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME  
POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉ-  
DÉS GEORGES CLAUDE — FR.

72 Inventeur(s) : GUILLARD ALAIN, LE BOT PATRICK,  
TSEVERY JEAN MARC, BRACQUE GILLES et ROUS-  
SEAU BENOÎT.

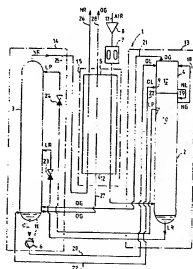
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54 INSTALLATION DE DISTILLATION D'AIR ET BOÎTE FROIDE CORRESPONDANTE.

57 Cette installation (1) comprend au moins trois ensembles (10, 11, 12). Le premier ensemble (10) comprend une colonne moyenne pression (2). Le deuxième ensemble comprend une colonne basse pression (3). Le troisième ensemble (12) comprend une ligne d'échange thermique (5) pour refroidir l'air à distiller. L'installation (1) comprend au moins un moyen (6) de remontée liquide pour faire circuler un liquide entre une desdites colonnes (3) et le vaporiseur-condenseur (4). Lesdits trois ensembles (10, 11, 12) sont disposés l'un à côté de l'autre avec leurs centres formant, en vue de dessus, sensiblement un triangle ou un L, ou sensiblement une ligne. Le troisième ensemble (12) est disposé à proximité du deuxième ensemble (11) pour limiter les pertes de charge entre la ligne d'échange thermique (5) et la colonne basse pression (3).

Application à la distillation d'air par des colonnes à garnissages intérieurs structurés.





La présente invention concerne une installation de distillation d'air du type comprenant au moins une colonne moyenne pression, une colonne basse pression et un vaporiseur-condenseur, la colonne moyenne pression étant raccordée à une conduite d'amenée d'air à distiller et le vaporiseur-condenseur mettant en relation d'échange thermique des fluides de la tête de la colonne moyenne pression et de la cuve de la colonne basse pression.

L'invention s'applique en particulier aux installations de distillation d'air à colonnes de distillation munies de garnissages structurés, par exemple du genre « ondulé-croisé ».

De tels garnissages structurés apportent, par rapport aux plateaux de distillation traditionnels, un avantage important du point de vue de la perte de charge, et par suite permettent d'importantes économies de fonctionnement des installations de distillation d'air.

En revanche, à nombres de plateaux théoriques égaux, la hauteur d'une colonne de distillation à garnissage structuré est nettement supérieure à celle d'une colonne à plateaux.

Les hauteurs importantes des doubles colonnes de distillation à garnissages structurés, par exemple de l'ordre de 60 m, posent de nombreux problèmes.

Ainsi, d'une part, leurs constructions en paquets préassemblés en atelier et destinés à être transportés sur le site industriel de l'installation peut être difficile, voire impossible.

D'autre part, l'érection de ces doubles colonnes sur site impose l'utilisation de moyens de levage importants et la mise en place de dispositions particulières de sécurité préservant la sécurité des personnes, notamment en raison des hauteurs auxquelles elles sont amenés à travailler.

En outre, la tenue au vent et aux séismes de ces doubles colonnes érigées et entourées de leurs enveloppes

d'isolation thermique nécessite la mise en place de moyens coûteux.

Enfin, les dimensions de ces doubles colonnes érigées engendrent des problèmes de dilatation thermique non uniforme lorsqu'elles sont ensoleillées.

L'invention a pour but de résoudre ces problèmes en fournissant en particulier une installation du type précité, de construction plus aisée et moins onéreuse.

A cet effet, l'invention a pour objet une installation de distillation d'air du type précité, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins deux ensembles disposés l'un à côté de l'autre, à savoir un premier ensemble comprenant la colonne moyenne pression et un deuxième ensemble comprenant la colonne basse pression, et en ce que l'installation comprend au moins un moyen de remontée de liquide pour faire circuler un liquide entre une desdites colonnes et le vaporiseur-condenseur.

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, l'installation peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- au moins une desdites colonnes est munie d'un garnissage intérieur structuré ;
- les colonnes moyenne pression et basse pression sont réalisées chacune en un seul tronçon ;
- l'installation comporte un troisième ensemble, qui comprend une ligne d'échange thermique pour refroidir l'air à distiller, et en ce que lesdits trois ensembles sont disposés l'un à côté de l'autre ;
- le vaporiseur-condenseur est disposé avec sa partie inférieure sensiblement au même niveau que l'extrémité supérieure de la colonne moyenne pression, et le moyen de remontée de liquide comprend un moyen pour envoyer de l'oxygène liquide de la cuve de la colonne basse pression vers le vaporiseur-condenseur ;

- le vaporiseur-condenseur appartient audit premier ensemble et surmonte la colonne moyenne pression ;
- le vaporiseur-condenseur surmonte la ligne d'échange thermique ;
- 5       - le vaporiseur-condenseur est disposé sensiblement au même niveau que la cuve de la colonne basse pression, et le moyen de remontée de liquide comprend un moyen pour envoyer de l'azote liquide du vaporiseur-condenseur vers la tête de la colonne moyenne pression ;
- 10       - le vaporiseur-condenseur appartient audit deuxième ensemble, et la colonne basse pression surmonte le vaporiseur-condenseur ;
- le vaporiseur-condenseur est disposé sous la ligne d'échange thermique ;
- 15       - le vaporiseur-condenseur appartient audit troisième ensemble, et le troisième ensemble est entouré par une enveloppe d'isolation thermique commune au moins au vaporisateur-condenseur et à la ligne d'échange thermique ;
- la ligne d'échange thermique et le vaporiseur-
- 20 condenseur sont entourés par des enveloppes d'isolation thermiques distinctes ;
- le vaporiseur-condenseur est un vaporiseur-condenseur du genre à ruissellement d'oxygène liquide ;
- ledit troisième ensemble est disposé à proximité
- 25 dudit deuxième ensemble pour limiter les pertes de charge, entre la ligne d'échange thermique et la colonne basse pression, dans des canalisations qui les relient ;
- les centres desdits premier, deuxième, et troisième ensembles forment, en vue de dessus, sensiblement un triangle ou un L, ou sensiblement une ligne ;
- 30       - chacun desdits ensembles est entouré par une enveloppe d'isolation thermique individuelle pour former chacun une boîte froide individuelle ;
- au moins deux desdits ensembles sont entourés par une
- 35 enveloppe d'isolation thermique commune et le dernier ensem-

ble est entouré par une enveloppe d'isolation thermique individuelle, pour former deux boîtes froides ;

- le premier et le deuxième ensembles sont entourés par une enveloppe d'isolation thermique commune ;

5       - les trois ensembles sont entourés d'une enveloppe d'isolation thermique commune pour former une boîte froide unique ;

10       - l'installation comporte également un quatrième ensemble qui comprend une colonne de production d'argon, et ce quatrième ensemble est disposé à côté des autres ensembles, notamment à proximité dudit deuxième ensemble pour limiter les pertes de charge, entre ladite colonne de production d'argon et la colonne basse pression, dans des canalisations qui les relient ;

15       - le quatrième ensemble est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle pour former une boîte froide individuelle ;

20       - la colonne de production d'argon est réalisée en au moins deux tronçons entourés tous les deux par ladite enveloppe d'isolation thermique individuelle ;

      - la colonne de production d'argon est formée en au moins deux tronçons disposés l'un à côté de l'autre et entourés chacun d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle pour former autant de boîtes froides individuelles ;

25       - l'installation comporte en outre un cinquième ensemble qui comprend une colonne de mélange d'un gaz et d'un liquide, et ce cinquième ensemble est disposé à côté des autres ensembles, notamment à proximité dudit troisième ensemble, pour limiter les pertes de charge, entre la colonne de  
30 mélange et la ligne d'échange thermique, dans des canalisations qui les relient ;

      - le cinquième ensemble est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle pour former une boîte froide individuelle ;

- chacun desdits ensembles a une hauteur inférieure ou égale à environ 30 m ; et

- l'installation comprend au moins deux ensembles reliés par une canalisations sous une pression voisine de la basse pression, et ces ensembles sont disposés à proximité les uns des autres pour limiter les pertes de charge dans cette ou ces canalisations.

L'invention a enfin pour objet une boîte froide comprenant au moins une structure de confinement d'un fluide cryogénique et au moins une enveloppe d'isolation thermique entourant cette structure, caractérisée en ce que la boîte froide est une boîte froide destinée à la construction d'une installation.

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, la boîte froide peut comprendre l'une ou les caractéristiques suivantes :

- elle a une hauteur inférieure ou égale à environ 30 m ; et

- elle est construite en atelier et est destinée à être transportée sur un site de construction d'une installation de distillation d'air.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un premier mode de réalisation d'une installation de distillation d'air selon l'invention,

- la figure 2A est une vue schématique de dessus de l'installation de la figure 1,

- les figures 2B à 2E sont des vues analogues à la figure 2A, illustrant des variantes de l'installation de la figure 1,

- la figure 3 est une vue analogue à la figure 1, illustrant un deuxième mode de réalisation d'une installation de distillation d'air selon l'invention,
- la figure 4A est une vue schématique de dessus de l'installation de la figure 3,
- les figures 4B et 4C sont des vues analogues à la figure 4A, illustrant des variantes de l'installation de la figure 3,
- la figure 4D est une vue schématique en élévation de l'installation de la figure 4C,
- les figures 5A à 5C sont des vues analogues à la figure 2A, illustrant des variantes d'un troisième mode de réalisation d'une installation de distillation d'air selon l'invention,
- les figures 6A à 6C et 7 sont des vues analogues à la figure 2A, illustrant respectivement trois variantes d'un quatrième mode de réalisation et un cinquième mode de réalisation d'une installation de distillation d'air selon l'invention, et
- les figures 8 et 9 sont des vues analogues à la figure 4D, illustrant respectivement un sixième et un septième modes de réalisation d'une installation de distillation d'air selon l'invention.

La figure 1 représente une installation 1 de distillation d'air comprenant essentiellement une colonne moyenne pression 2, une colonne basse pression 3, un vaporiseur-condenseur 4, une ligne principale d'échange thermique 5, une pompe 6, un appareil 7 d'épuration d'air par adsorption et un compresseur d'air principal 8.

Les colonnes 2 et 3 sont à garnissages structurés, par exemple du genre « ondulé-croisé », et elles sont réalisées chacune en un seul tronçon. Un exemple d'un tel garnissage est décrit dans le document US-A-5 262 095.

Le vaporiseur-condenseur 4, mettant en relation d'échange thermique les fluides de la tête de la colonne 2

et de la cuve de la colonne 3, comme décrit ci-dessous, est du genre à ruissellement d'oxygène liquide.

Ce vaporiseur-condenseur 4 comprend classiquement un échangeur de chaleur formé d'un assemblage de plaques parallèles délimitant entre elles des passages de forme générale plane contenant des ondes-entretoises dont les génératrices sont verticales sur l'essentiel de la hauteur des passages.

Certains des passages de cet échangeur sont affectés à la circulation d'azote gazeux de tête de la colonne moyenne pression 2. A leur traversée, cet azote gazeux se condense. Les autres passages sont affectés au ruissellement d'oxygène liquide de cuve de la colonne basse pression 3, pour provoquer sa vaporisation par échange de chaleur indirect avec l'azote gazeux de tête de la colonne moyenne pression 2 se condensant. Le ruissellement de l'oxygène liquide est tel qu'un excès d'oxygène liquide est obtenu à une sortie inférieure 9 du vaporiseur-condenseur 4.

La ligne principale d'échange thermique 5, représentée très schématiquement, comprend classiquement plusieurs échangeurs de chaleur disposés en série et/ou en parallèle.

L'installation 1 comprend trois ensembles disposés l'un à côté de l'autre (figure 2A), à savoir un premier ensemble 10 comprenant la colonne moyenne pression 2 et le vaporiseur-condenseur 4 qui surmonte cette dernière, un deuxième ensemble 11 comprenant la colonne basse pression 3 et la pompe 6, et un troisième ensemble 12 comprenant la ligne principale d'échange thermique 5.

Ces trois ensembles 10, 11 et 12 sont entourés chacun par une enveloppe d'isolation thermique individuelle 13, 14, 15, et forment ainsi trois boîtes froides séparées, délimitées chacune par une des enveloppes 13, 14, 15 et portant la même référence numérique.

Le troisième ensemble 12 est disposé entre les deux premiers ensembles 10 et 11. Les centres des trois ensembles 10, 11 et 12, repérés par des croix sur la figure 2A, forment sensiblement une ligne.

5 En fonctionnement, de l'air gazeux, amené par une conduite 17, est comprimé à une moyenne pression par le compresseur 8, puis épuré en eau et en CO<sub>2</sub> par adsorption à la traversée de l'appareil 7. Cet air épuré est ensuite refroidi à la traversée de la ligne d'échange thermique 5 puis introduit, au voisinage de son point de rosée, en cuve de la  
10 colonne moyenne pression 2.

Une conduite 18 permet d'envoyer de l'azote gazeux depuis la tête de la colonne moyenne pression 2 vers une entrée supérieure du vaporiseur-condenseur 4. Une conduite 19  
15 permet de renvoyer, d'une sortie inférieure du vaporiseur-condenseur 4 vers la tête de la colonne moyenne pression 2, l'azote condensé. L'oxygène liquide à vaporiser est prélevé en cuve de la colonne basse pression 3 et est acheminé vers une entrée supérieure du vaporiseur-condenseur 4, par une  
20 conduite 20 munie de la pompe 6. Une majeure partie de l'oxygène pompé est vaporisé puis renvoyé, par une conduite 21, en cuve de la colonne basse pression 3.

L'oxygène liquide en excès après ruissellement est renvoyé, par une conduite 22 raccordée à la sortie 9, en  
25 cuve de la colonne basse pression 3.

Du « liquide riche » LR (air enrichi en oxygène) est envoyé, de la cuve de la colonne moyenne pression 2, après détente dans une vanne de détente 23, vers un niveau intermédiaire de la colonne basse pression 3.

30 Du « liquide pauvre » LP (azote à peu près pur) est envoyé, de la tête de la colonne moyenne pression 2, et après détente dans une vanne de détente 24, vers la tête de la colonne basse pression 3.

De l'azote impur ou « résiduaire » NR, soutiré du  
35 sommet de la colonne basse pression 3 via une conduite 25,



est réchauffé dans la ligne d'échange thermique 5 par échange de chaleur indirect à contre-courant avec l'air à distiller traversant la ligne 5. Ce gaz NR est évacué par une conduite 26, éventuellement après avoir régénéré l'un  
5 des deux adsorbeurs de l'appareil 7.

De l'oxygène gazeux OG, prélevé en cuve de la colonne basse pression 3 via une conduite 27, est réchauffé à la traversée de la ligne d'échange thermique 5, par échange de chaleur indirect à contre-courant avec l'air à distiller  
10 circulant dans cette ligne 5, puis distribué par une conduite de production 28.

L'installation 1 est de construction plus aisée et plus économique que celles de l'état de la technique citée en début de description.

15 En effet, les trois boîtes froides 13, 14 et 15, de hauteurs inférieures à 30 m, sont chacune de dimensions verticales et horizontales plus réduites qu'une boîte froide comprenant les colonnes 2 et 3 et le vaporiseur-condenseur 4 l'un au-dessus de l'autre, c'est-à-dire agencés en double  
20 colonne classique, ainsi que la ligne d'échange 5.

Ainsi, chacune de ces boîtes froides 13 à 15 peut être préfabriquée en atelier puis transportée sur site, où le nombre d'opérations à effectuer pour terminer la construction de l'installation 1 est limité.

25 De plus, leurs dimensions réduites permettent, d'une part, de limiter l'importance des moyens de levage utilisés pour leur installation sur site et, d'autre part, de réduire les dispositions à mettre en place pour assurer la sécurité des personnes lors du montage et la tenue au  
30 vent, aux séismes et à l'ensoleillement des boîtes froides installées sur site.

Enfin, la disposition choisie, avec le deuxième ensemble 11 à proximité du troisième ensemble 12, permet de limiter les pertes de charge dans les conduites basse pression 25 et 27 reliant la colonne 3 à la ligne 5, et ainsi de  
35

limiter les besoins de compression et donc d'optimiser les coûts de fonctionnement de l'installation 1.

Comme illustré par les figures 2B à 2E, d'autres dispositions relatives des ensembles 10, 11 et 12, présentant les mêmes avantages que la disposition de la figure 2A, sont possibles en fonction de l'espace disponible sur le site de production.

Ainsi, sur la figure 2B les trois ensembles 10, 11 et 12 sont disposés de manière que leurs centres forment sensiblement une ligne, l'ensemble 11 étant disposé entre les ensembles 10 et 12.

Sur les figures 2C et 2D, les ensembles 10, 11 et 12 sont disposés de manière que leurs centres forment sensiblement un L. L'ensemble 12 est disposé entre les ensembles 10 et 11 sur la figure 2C, et l'ensemble 11 est disposé entre les ensembles 10 et 12 sur la figure 2D.

Sur la figure 2E, les ensembles 10, 11 et 12 sont disposés de manière que leurs centres forment sensiblement un triangle équilatéral.

La figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation d'une installation 1 de distillation d'air selon l'invention, se distinguant de celle de la figure 1 par ce qui suit.

Le vaporiseur-condenseur 4 appartient alors au troisième ensemble 12, et est disposé au-dessus de la ligne d'échange thermique 5. La partie inférieure du vaporiseur-condenseur 4 est disposée sensiblement au même niveau que l'extrémité supérieure (en haut sur la figure 3) de la colonne moyenne pression 2.

De plus, une enveloppe commune d'isolation thermique 30 entoure les deuxième et le troisième ensembles 11 et 12 en formant une première boîte froide délimitée par l'enveloppe 30 et portant la même référence numérique. Ainsi, l'installation 1 comprend deux boîtes froides 13 et 30

et permet de réaliser des économies au niveau des enveloppes d'isolation thermique.

Une bonne isolation thermique est assurée entre le bout chaud de la ligne d'échange thermique 5 et la partie inférieure du vaporiseur-condenseur 4, par exemple par la présence d'air et/ou de perlite entre ceux-ci.

Comme représenté sur la figure 4A, les ensembles 10, 11 et 12 sont disposés avec leurs centres formant sensiblement une ligne, dans le même ordre que sur la figure 2A, le vaporiseur-condenseur 4 n'étant pas représenté sur cette figure pour plus de clarté.

De manière analogue au cas de l'installation 1 des figures 1 à 2 E, d'autres dispositions relatives des ensembles 10, 11 et 12 sont possibles comme illustré, à titre d'exemple, par la figure 4B, où les centres des ensembles 10, 11 et 12 forment sensiblement un L.

Dans une autre variante illustrée par les figures 4C et 4D, les premier et deuxième ensembles 10 et 11 sont entourés par une enveloppe d'isolation thermique commune 31 pour former une seule boîte froide portant la même référence numérique.

Le vaporiseur-condenseur 4, non représenté sur la figure 4C pour plus de clarté, est disposé de manière analogue aux cas précédents au-dessus de la ligne d'échange thermique 5 mais ne fait pas partie du troisième ensemble 12.

Le troisième ensemble 12, comprenant la ligne d'échange thermique 5, est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle 15 pour former une boîte froide individuelle portant la même référence numérique. La vaporiseur-condenseur 4 est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle 15' pour former une boîte froide individuelle portant la même référence numérique et qui est solidaire de la boîte froide 15. Les trois ensembles 10, 11, 12 sont disposés de manière que leurs centres forment une ligne, le deuxième ensemble 11 étant disposé à

proximité du troisième ensemble 12 et entre les ensembles 10 et 12.

Cette variante permet de réaliser séparément un ensemble de boîtes froides 15 et 15' comprenant tous les échangeurs thermiques et une boîte froide 31 comprenant les colonnes 2 et 3.

Les figures 5A à 5C illustrent un troisième mode de réalisation d'une installation 1 de distillation d'air selon l'invention, se distinguant de celle de la figure 1 par ce qui suit. Les ensembles 10, 11 et 12 sont entourés par une enveloppe d'isolation thermique commune 32 de manière à former une boîte froide unique délimitée par l'enveloppe 32 et portant la même référence numérique. De manière analogue au cas de l'installation 1 des figures 1 à 2E, les dispositions relatives des ensembles 10, 11 et 12 peuvent varier. Ainsi, comme représenté à titre d'exemple sur les figures 5A à 5C, ces ensembles 10, 11 et 12 peuvent être disposés de manière que leurs centres forment sensiblement un L, un triangle équilatéral ou une ligne.

Bien sûr, l'installation peut comprendre d'autres équipements, incorporés ou non dans la ou les boîtes froides formées, comme par exemple des colonnes de distillation, en un ou plusieurs tronçons, participant, par exemple, à la production d'argon, des réservoirs de stockage ou une colonne de mélange d'un gaz et d'un liquide, un vaporiseur-condenseur extérieur, une colonne dite « Etienne », décrite par exemple dans le document US-A-2 699 046, une colonne de production d'argon pratiquement pur par distillation, etc.

Ainsi, la figure 6A illustre schématiquement une installation 1 de distillation d'air analogue à celle de la figure 2E et comportant en outre un quatrième ensemble 33 comprenant essentiellement une colonne 34 de production d'argon impur.

Le quatrième ensemble 33 est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle 35 pour former une

boîte froide individuelle portant la même référence et de hauteur inférieure à 30 m.

Le quatrième ensemble 33 est disposé à proximité du deuxième ensemble 11 pour limiter les pertes de charges entre les conduites (non représentées) raccordant, de manière classique, la colonne 34 à la colonne basse pression 3.

La figure 6B illustre une variante de l'installation 1 de la figure 6A, se distinguant de cette dernière en ce que la colonne 34 est réalisée en deux tronçons disposés l'un à côté de l'autre, à savoir un premier tronçon 36 alimenté en un mélange ternaire ( $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$  et  $\text{O}_2$ ) issu de la colonne basse pression 3, et un deuxième tronçon 37 dont la cuve est raccordée à la tête du premier tronçon 36. Une telle réalisation en deux tronçons est décrite dans le document EP-A-628 277.

Les tronçons 36 et 37 sont entourés chacun d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle 38, 39 pour former deux boîtes froides individuelles portant les mêmes références numériques et de hauteurs inférieures à 30 m.

Les boîtes froides 13, 14, 38 et 39 sont disposées de manière que leurs centres forment sensiblement un carré, avec la boîte froide 38 disposée à proximité de la boîte froide 14. On limite ainsi les pertes de charge dans les conduites reliant la colonne basse pression 3 au premier tronçon 36 de la colonne 34.

La figure 6C illustre une autre variante de l'installation 1 de la figure 6A se distinguant de celle de la figure 6B en ce que les deux tronçons 36 et 37 de la colonne 34 de production d'argon sont entourés d'une enveloppe commune d'isolation thermique 35, pour former une boîte froide portant la même référence numérique et de hauteur inférieure à 30 m.

La figure 7 illustre un cinquième mode de réalisation d'une installation 1 de distillation d'air selon

l'invention, se distinguant de celle de la figure 6A en ce qu'elle comporte un cinquième ensemble 41 qui comprend une colonne 42 de mélange d'un liquide et d'un gaz.

Une colonne de mélange est une structure cryogénique de confinement de fluide pour mélanger un gaz et un liquide, par exemple comme décrit dans le document FR-B-2 143 986 au nom de la Demanderesse, de l'air gazeux et de l'oxygène liquide sous la moyenne pression.

Les centres des ensembles 10, 11, 41 et 12 forment sensiblement un losange.

Le cinquième ensemble 41 est disposé côte à côte avec tous les ensembles 10, 11, 12 et 33, et à proximité du troisième ensemble 12.

Les pertes de charge sont ainsi limitées dans les conduites qui raccordent fonctionnellement de manière classique la ligne d'échange thermique 5 et la colonne de mélange 41 pour produire de l'oxygène impur.

Bien sûr, d'autres dispositions relatives des ensembles de ces quatrième et cinquième modes de réalisation, limitant également les pertes de charges, en particulier des conduites basse pression, sont possibles, par exemple à partir des configurations illustrées par les figures 2A à 2E, 4A à 4C et 5A à 5C.

La figure 8 illustre schématiquement un sixième mode de réalisation d'une installation 1 de distillation d'air, se distinguant de celle de la figure 3 par ce qui suit.

Le vaporiseur-condenseur 4 est un vaporiseur-condenseur à bain disposé sous la ligne d'échange thermique 5, sensiblement au même niveau que la cuve de la colonne basse pression 3.

Le transfert d'oxygène liquide de la cuve de la colonne basse pression 3 vers le vaporiseur-condenseur 4 est assuré hydrostatiquement, sans que la présence d'une pompe ne soit nécessaire sur la conduite 20.

En revanche, une pompe 45 est disposée dans la conduite 19 pour remonter l'azote liquide depuis la partie inférieure du vaporiseur-condenseur 4 vers la tête de la colonne moyenne pression 2.

5 La figure 9 illustre schématiquement un septième mode de réalisation d'une installation 1 de distillation d'air, se distinguant de celle de la figure 8 par ce qui suit.

10 Le vaporiseur-condenseur 4 appartient au deuxième ensemble 11 et la colonne basse pression 2 surmonte le vaporiseur-condenseur 4.

Dans tous les modes de réalisation décrits précédemment, les moyennes pressions sont supérieures aux basses pressions.

15 Ainsi, les pressions de fonctionnement des colonnes moyenne pression 2 et basse pression 3 peuvent être typiquement comprises respectivement entre environ 5 et 7 bars et entre environ 1 et 2 bars. Toutefois, elles peuvent également être en dehors de ces plages et valoir respectivement  
20 environ 15 et environ 5 bars.

REVENDECATIONS

1. Installation (1) de distillation d'air du type comprenant au moins une colonne moyenne pression (2), une colonne basse pression (3) et au moins un vaporiseur-condenseur (4), la colonne moyenne pression (2) étant raccordée à au moins une conduite (17) d'amenée d'air à distiller et le vaporiseur-condenseur (4) mettant en relation d'échange thermique des fluides de la tête de la colonne moyenne pression (2) et de la cuve de la colonne basse pression (3), et au moins deux ensembles (10, 11) disposés l'un à côté de l'autre, à savoir un premier ensemble (10) comprenant la colonne moyenne pression (2) et un deuxième ensemble (11) comprenant la colonne basse pression (3), l'installation (1) comprenant au moins un moyen (6 ; 45) de remontée liquide pour faire circuler un liquide entre une desdites colonnes (3 ; 2) et le vaporiseur-condenseur (4), et un troisième ensemble (12), qui comprend une ligne d'échange thermique (5) pour refroidir l'air à distiller, lesdits trois ensembles (10, 11, 12) étant disposés l'un à côté de l'autre, caractérisée en ce que ledit troisième ensemble (12) est disposé à proximité dudit deuxième ensemble (11) pour limiter les pertes de charge entre la ligne d'échange thermique (5) et la colonne basse pression (3), dans des canalisations (25, 27) qui les relient, et les centres desdits premier (10), deuxième (11), et troisième (12) ensembles forment, en vue de dessus, sensiblement un triangle ou un L, ou sensiblement une ligne.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins une desdites colonnes (2, 3) est munie d'un garnissage intérieur structuré.

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les colonnes moyenne pression (2) et basse pression (3) sont réalisées chacune en un seul tronçon.

4. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur



(4) est disposé avec sa partie inférieure sensiblement au même niveau que l'extrémité supérieure de la colonne moyenne pression (2), et en ce que le moyen de remontée de liquide comprend un moyen (6) pour envoyer de l'oxygène liquide de la cuve de la colonne basse pression (3) vers le vaporiseur-condenseur (4).

5. Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) appartient audit premier ensemble (10) et surmonte la colonne moyenne pression (2).

6. Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) surmonte la ligne d'échange thermique (5).

7. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) est disposé sensiblement au même niveau que la cuve de la colonne basse pression (3), et en ce que le moyen de remontée de liquide comprend un moyen (45) pour envoyer de l'azote liquide du vaporiseur-condenseur (4) vers la tête de la colonne moyenne pression (2).

8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) appartient audit deuxième ensemble (11), et en ce que la colonne basse pression (3) surmonte le vaporiseur-condenseur (4).

9. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) est disposé sous la ligne d'échange thermique (5).

10. Installation selon l'une quelconque des revendications 4, 6, 7 et 9, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) appartient audit troisième ensemble (12), et en ce que le troisième ensemble (12) est entouré par une enveloppe (30) d'isolation thermique commune au moins au vaporisateur-condenseur (4) et à la ligne d'échange thermique (5).

11. Installation selon l'une quelconque des revendications 4, 6, 7 et 9, caractérisée en ce que la ligne d'échange thermique (5) et le vaporiseur-condenseur (4) sont entourés par des enveloppes d'isolation thermiques distinctes (15, 15').

12. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (4) est un vaporiseur-condenseur du genre à ruissellement d'oxygène liquide.

13. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que chacun desdits ensembles (10, 11, 12) est entouré par une enveloppe d'isolation thermique individuelle (13, 14, 15) pour former chacun une boîte froide individuelle.

14. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'au moins deux (11, 12 ; 10, 11) desdits ensembles (10, 11, 12) sont entourés par une enveloppe d'isolation thermique commune (30 ; 31) et le dernier ensemble (10 ; 12) est entouré par une enveloppe d'isolation thermique individuelle (13), pour former deux boîtes froides.

15. Installation selon la revendication 14, caractérisée en ce que le premier (10) et le deuxième (11) ensembles sont entourés par une enveloppe d'isolation thermique commune (31).

16. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que les trois ensembles (10, 11, 12) sont entourés d'une enveloppe d'isolation thermique commune (32) pour former une boîte froide unique.

17. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce qu'elle comporte également un quatrième ensemble (33) qui comprend une colonne (34) de production d'argon, et en ce que ce quatrième ensemble (33) est disposé à côté des autres ensembles (10, 11, 12), notamment à proximité dudit deuxième ensemble (11) pour limiter

les pertes de charge, entre ladite colonne (34) de production d'argon et la colonne basse pression (3), dans des canalisations qui les relient.

18. Installation selon la revendication 17, caractérisée en ce que le quatrième ensemble est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle (35) pour former une boîte froide individuelle (35).

19. Installation selon la revendication 17, caractérisée en ce que la colonne (34) de production d'argon est réalisée en au moins deux tronçons (36, 37) entourés tous les deux par ladite enveloppe d'isolation thermique individuelle (35).

20. Installation selon la revendication 17, caractérisée en ce que la colonne (34) de production d'argon est formée en au moins deux tronçons (36, 37) disposés l'un à côté de l'autre et entourés chacun d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle (38, 39) pour former autant de boîtes froides individuelles.

21. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre un cinquième ensemble (41) qui comprend une colonne (42) de mélange d'un gaz et d'un liquide, et en ce que ce cinquième ensemble (41) est disposé à côté des autres ensembles (10, 11; 12, 33), notamment à proximité dudit troisième ensemble (12) pour limiter les pertes de charge, entre la colonne de mélange (42) et la ligne d'échange thermique (5), dans des canalisations qui les relient.

22. Installation selon la revendication 21, caractérisée en ce que le cinquième ensemble (41) est entouré d'une enveloppe d'isolation thermique individuelle (43) pour former une boîte froide individuelle (43).

23. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisée en ce que chacun desdits ensembles (10, 11, 12, 33, 41) a une hauteur inférieure ou égale à environ 30 m.

24. Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 23, comprenant au moins deux ensembles (11, 12, 33) reliés par au moins une canalisation sous une pression voisine de la basse pression, caractérisée en ce que ces ensembles sont disposés à proximité les uns des autres pour limiter les pertes de charge dans cette ou ces canalisations.

25. Boîte froide (13 à 15, 30 à 32, 35, 38, 39, 43) comprenant au moins une structure (2 à 5, 34, 36, 37, 42) de confinement d'un fluide cryogénique et au moins une enveloppe d'isolation thermique entourant cette structure, caractérisée en ce que la boîte froide est une boîte froide destinée à la construction d'une installation selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, 18 à 20 et 22.

26. Boîte froide selon la revendication 25, caractérisée en ce qu'elle est construite en atelier et est destinée à être transportée sur un site de construction d'une installation de distillation d'air.

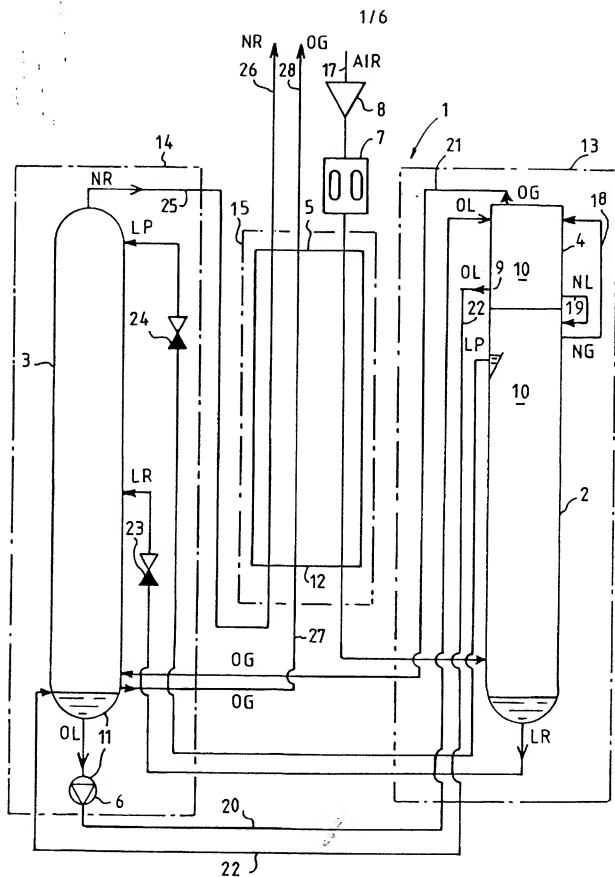
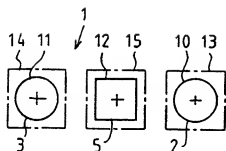
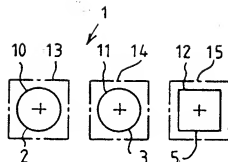
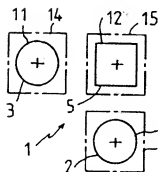
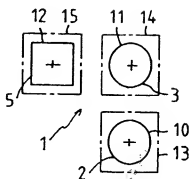
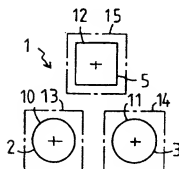


FIG.1

2 / 6

FIG. 2AFIG. 2BFIG. 2CFIG. 2DFIG. 2E

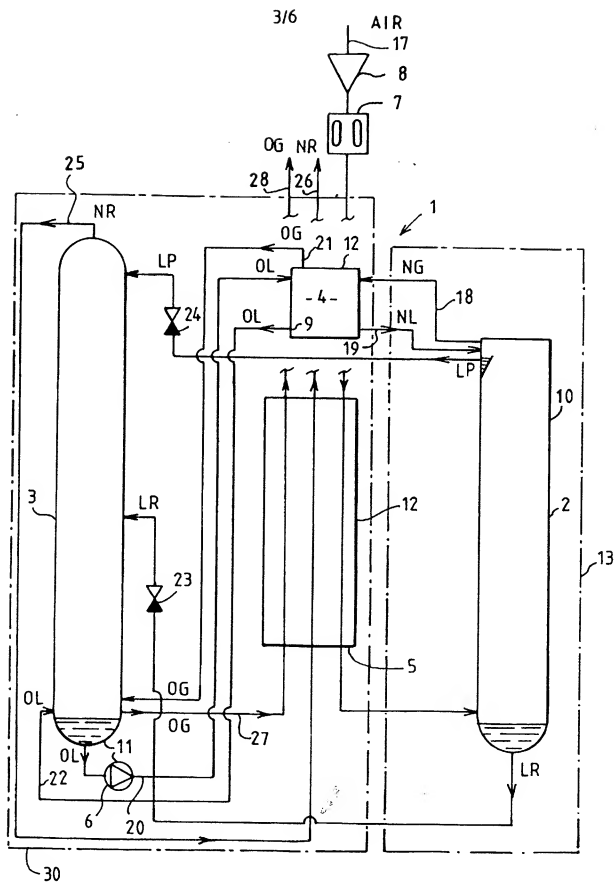
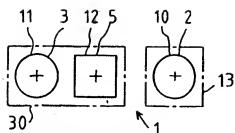
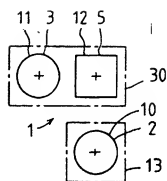
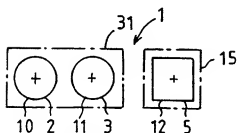
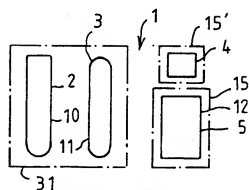
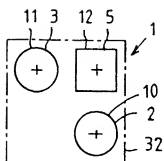
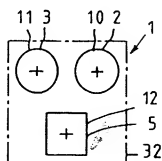
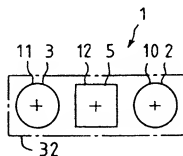


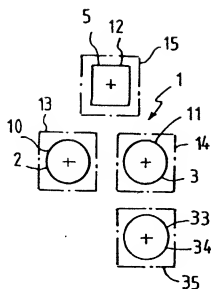
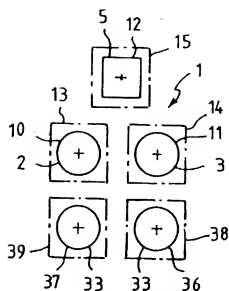
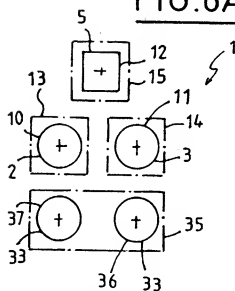
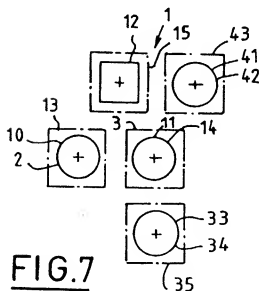
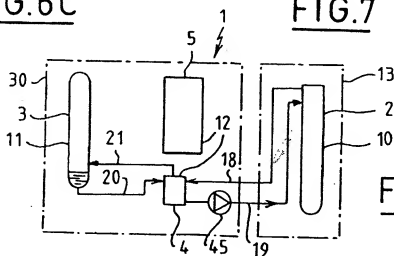
FIG. 3

4 / 6

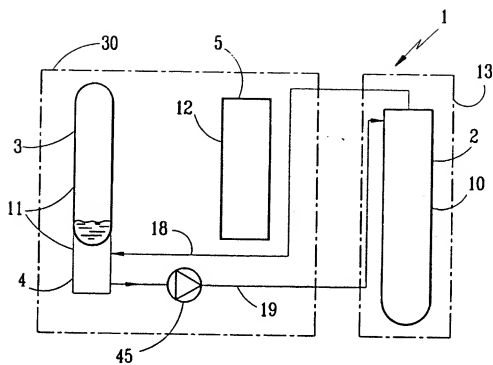
**FIG. 4A****FIG. 4B****FIG. 4C****FIG. 4D****FIG. 5A****FIG. 5B****FIG. 5C**



5 / 6

FIG. 6AFIG. 6BFIG. 6CFIG. 7FIG. 8

6/6

FIG.9

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLEétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

## Documents considérés comme pertinents

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée	Domaines techniques recherchés (INT CL <sup>2</sup> )
X	US 4 957 523 A (ZARATE ROBERT A ET AL) 18 septembre 1990 * colonne 6, ligne 61 – ligne 67 * * colonne 7, ligne 31 – ligne 37 * * colonne 11, ligne 1 – ligne 16 *	1,2,4,12 16,25	F 25 J
X <sup>*</sup>	JP 05 187764 A (KOBÉ STEEL LTD) 27 juillet 1993 * colonne 4, alinéa 18 ; figures *	1,2,4,5,7,8 17,25	
A		14,15	
X	US 4 006 001 A (SCHONPFLUG EUGEN) 1 février 1977 * le document en entier *	1,2,4,5	
A		7-10	
X	GB 687 008 A (GESELLSCHAFT FÜR LINDE EISMACHINEN A.G.) * page 1, ligne 14 – ligne 34 ; revendications ; figures * * page 1, ligne 63 – ligne 66 * * page 2, ligne 16 – ligne 18 *	1,2,4,5	
A	US 5 408 831 A (GUILLARD ALAIN ET AL) 25 avril 1995 * colonne 3, ligne 14 – ligne 28 *	1,14,15,25	
Date : 28 Septembre 1999		Examineur : VERLAQUE M.C.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES  X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date ou qu'à une date postérieure D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons  & : membre de la même famille, document correspondant	